

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-19110

(P2000-19110A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 N 21/43

識別記号

F I

G 0 1 N 21/43

テームト* (参考)

2 G 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-196496

(22) 出願日 平成10年6月29日 (1998.6.29)

(71) 出願人 591234891

株式会社リサーチ

埼玉県坂戸市千代田1丁目108番地224

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 牧野 繁

埼玉県川越市大字的場599-20

(74) 代理人 100097135

弁理士 ▲吉▼田 繁喜

Fターム(参考) 2G059 AA01 AA02 BB01 BB04 EE04

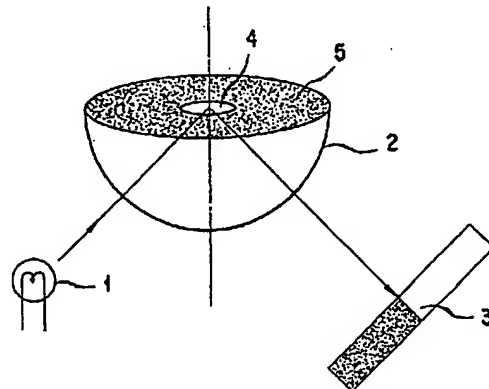
GG02 JJ12 KK01 KK04 MM09

(54) 【発明の名称】 屈折率測定装置

(57) 【要約】

【課題】 構成部品数が少なく、低コストで作製でき、測定精度が高い屈折率測定装置を提供する。

【解決手段】 屈折率測定装置において、光線の入出射面の双方又は片方が球面形状をなすプリズムを用いる。この半球状プリズム2の平面部にサンプル4を載せ、光源1より放射された光線を半球状プリズムの球面部より入射する。平面部で反射した光線は、反対側の球面部より出射するが、出射面が球面となっているため、このレンズ作用によって別のレンズ等の光学部品を用いることなく結像し、臨界屈折角を境界とする明暗境界像3をつくる。半球状プリズムの結像位置に配したCCD、フォトダイオードアレイ等で明暗境界の検出を電気的に行ない、臨界屈折角を求めれば、プリズムの屈折率 n_1 は既知であるため、サンプルの屈折率 n_2 を求めることができる。別の態様においては、入射角を一定として反射率を計測することにより、サンプルの屈折率を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プリズムを用いた屈折率測定装置において、光線の入出射面の双方もしくは片方が球面形状をなすプリズムを用いることを特徴とする屈折率測定装置。

【請求項2】 前記プリズムの結像位置にCCDもしくはフォトダイオードアレイを配したことを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項3】 前記プリズムの結像位置に発光素子及び受光素子の少なくとも一方を配したことを特徴とする請求項1に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、気体、液体等の流体の濃度測定の際に利用されたり、又は固体の物性値として計測される、物質の光学的屈折率を測定する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、屈折率は、主として三角柱もしくは多角柱形状を持つプリズムとそれに付随するレンズを用いた光学系とにより構成される装置によって測定されている。屈折率測定装置が利用する光学的原理は、以下の2つに大別される。一つは、被測定物をプリズムの一面に付着させ、プリズムと被測定物により生じた界面の臨界屈折角を、プリズムの別の面もしくは被測定物側より入射する様々な入射角の光線により測定するものであり、もう一つは、主としてプリズムの別の面から一定の入射角で入射した光線が界面で反射する時、屈折率に応じて反射率が変化することを利用したものである。双方とも、その実現において精度を向上させ、取扱いを容易にするため、種々の応用工夫を施した装置が考案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】屈折率を臨界屈折角により測定する場合及び反射率変化として測定する場合のいずれにおいても、プリズム及びその周辺光学部品の角度及び位置精度は、測定精度に直接影響するため極めて重要であるが、多数の部品を高精度に組み付けることは困難であり、高価なものとなる。また、三角柱もしくは多角柱構造を持つプリズムは、プラスチックを射出成形加工して製造する場合には歪を発生し易く、高精度に仕上げるのは難しい。

【0004】従って、本発明の目的は、構成部品数が少なく、部品価格、組付にかかるコストを低減できると共に、測定精度が高く、かつ射出成形によっても良好に加工できる形状の部品で構成される屈折率測定装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明によれば、プリズムを用いた屈折率測定装置において、光線の入出射面の双方もしくは片方が球面形状をなすプリズムを用いることを特徴とする屈折率測定装置が提供される。より具体的な好適な態様においては、上記プリズムは、図1に示すような真球を中心を通る平面で切断した半球状であり、球より切削研磨したもののでも、プラスチックを射出成形したものでもよく、光線が通過又は反射する部位以外の形状は自由に変えることができる。

【0006】また、本発明の一形態として、前記プリズムの結像位置にCCD（電荷結合素子）もしくはフォトダイオードアレイを配したことを特徴とする屈折率測定装置が提供される。ここで、CCDもしくはフォトダイオードは、前記プリズムの結像位置における直線上もしくは平面上の明暗を電気信号に変えうる他のセンサに代替できることは言うまでもない。

【0007】一方、本発明の別の形態として、前記プリズムの結像位置に発光素子及び受光素子の少なくとも一方を配したことを特徴とする屈折率測定装置が提供される。ここでいう発光素子とは、単独のLED（発光ダイオード）のようにほぼ一点で発光する素子でも、電球にフィルタをつけ単色光を発光可能としたものでもよい。また、受光素子としては、フォトダイオード、フォトトランジスタ、光電管のような単独の光センサを使用する。本形態においては、一組の受光、発光素子だけではなく、複数の素子を配する形態で実施することもできる。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明による屈折率測定装置は、以下のように使用する。すなわち、図1に示すように、半球状プリズム2の平面部にサンプル4を載せ、光源1より放射された光線を半球状プリズム2の球面部より入射する。平面部で反射した光線は、反対側の球面部より出射する。好ましくは、より明瞭な明暗境界像ができるように、半球状プリズム2の平面部に、中心部のサンプル4の載置、滴下等のための部分以外の部分を被覆するマスク、好ましくは黒色のマスク5を印刷、塗布等適宜の方法により施す。図2に示すように、平面部に入射する光線は、その入射角 α_1 、出射角 α_2 、プリズムの屈折率 n_1 、サンプルの屈折率 n_2 によって異なる反射率を示す。p偏光の反射率を γ_p 、s偏光の反射率を γ_s 、無偏光の反射率を γ とすると、それぞれ下記式(1)、(2)及び(3)で表わされる。

【化1】

$$\gamma_p = \frac{n_2^3 \cdot \cos \alpha_1 - n_1 \cdot \cos \alpha_2}{n_2 \cdot \cos \alpha_1 + n_1 \cdot \cos \alpha_2} \quad \dots (1)$$

$$\gamma_s = \frac{n_1 \cdot \cos \alpha_1 + n_2 \cdot \cos \alpha_2}{n_1 \cdot \cos \alpha_1 + n_2 \cdot \cos \alpha_2} \quad \dots (2)$$

$$\gamma = \frac{1}{2} (\gamma_p + \gamma_s) \quad \dots (3)$$

【0009】また、プリズム及びサンプルの屈折率 n_1 、 n_2 及び入射角 α_1 、出射角 α_2 との間には下記式 * (4) の関係がある。
* 【化2】

$$\sin \alpha_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha_1 \quad \dots (4)$$

【0010】入射角 α_1 を0より次第に大きくしていくと、反射率は高くなり、下記式(5)を満たす角度 α_c * 以上では全てが反射するようになる。
※20 【化3】

$$\sin \alpha_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \dots (5)$$

この角度 α_c を臨界屈折角という。半球状プリズム2から出射する光線は、出射面が球面となっているため、このレンズ作用によって別のレンズ等の光学部品を用いることなしに結像し、図1に示すようにこの臨界屈折角を境界とする明暗境界像3をつくる。この像を観測し、境界の位置、従って臨界屈折角 α_c を求めれば、プリズムの屈折率 n_1 は既知であるため、サンプルの屈折率 n_2 30 を求めることができる。

【0011】本発明の形態のうち、半球状プリズムの結像位置にCCDもしくはフォトダイオードアレイを配したものは、この明暗境界の検出を電気的に行なうものであり、CCD出力が急激に低下し始める位置をもって境界を見つけ、サンプルの屈折率を求める。また、本発明の形態のうち、半球状プリズムの結像位置に発光素子及び受光素子の少なくとも一方を配したものは、入射角 α_1 を一定として前記式(3)による反射率を計測することにより、サンプルの屈折率を求めるものであり、入射面、出射面が球状であることによるレンズ作用で、一定入射角以外の光線が受光素子に入ることを防止し、精度の高い測定ができる。

【0012】

【実施例】以下、添付図面に示す実施例を説明しつつ、本発明をより詳細に説明する。図3は、本発明を臨界屈折角測定による屈折率測定装置に応用した場合の部品配置の一実施例を図示したものである。図3において、符号1aは光源であり、2は半球状のプリズム、6aはCCDである。光源1aとしては、屈折率測定に使用する 50

測定波長の単色光源が望ましく、また、半球状プリズム2の平面部において、被測定物との界面で臨界屈折角となる入射角を含む広い範囲の入射角の光線を含む必要がある。このため、光源1aは、大きな発光面を持つように構成するか、散乱板により面積を広げることが望ましい。光源1aの位置は、広い範囲の入射角で半球状プリズム2の平面部に入射できれば特定する必要はない。CCD6aは、測定範囲の中央付近の出射光が受光面中央に垂直に入射し、かつ臨界屈折角前後で生じる明暗境界が結像する位置に配置する。具体的には、プリズム2と同一の半径をもつ球状レンズの焦点距離を求め、この距離の2倍だけ半球状プリズム2の球面中心から離れた位置となる。半球状プリズム2の平面部にサンプルを載置した状態では、CCD面には、他の光学部品を使用することなく、臨界屈折角により生じる明暗境界像が結像するため、CCD出力をA/D変換し、CPU等により境界位置を求めれば、容易に臨界屈折角 α_c を求めることができる。従って、前記式(5)によりサンプルの未知の屈折率 n_2 を求めることができる。本実施例は、比較的高精度の屈折率計及び液体/気体濃度計に応用できる。

【0013】図4は、本発明を反射率測定による屈折率測定に応用した場合の部品配置の一実施例を示している。図4において、符号1bは光源であり、2は半球状のプリズム、6bは受光素子である。光源1bとしては単色の点光源が好適であり、具体的にはレンズなしのLEDを利用できる。受光素子6bとしては、フォトダイ

オード、フォトランジスタ等が利用できる。光源1bと受光素子6bとは、半球状プリズム2の平面に対して同一の入射角をなし、半球状プリズム2の球が完全球と仮定した時の焦点距離の2倍だけそれぞれ球中心点から隔たった球中心を通り平面部に垂直な平面（半球状プリズム2の垂直断面を含む平面）上の2点に位置する。この場合、光源1bの大きさが充分小さければ、半球状プリズム2の平面部に入射する光線は、球面部の作用によりほぼ平行光束となり、単一の入射角となる。このため、先に述べたように、受光素子6bに入射する光量は、半球状プリズム2の平面に滴下した溶液もしくは半球状プリズム2の平面に接する気体の屈折率とプリズムの屈折率とで定まる反射率によって変化するため、この反射率を計測すれば、 $\alpha_1 = \alpha_2$ 一定であるから、前記式(1)～(3)により、サンプルの未知の屈折率 n_2 を求めることができる。さらに、液体、気体の屈折率とそれに含まれる物質濃度の関係を予め求めておけば、反射率より物質濃度を求めることができる。

【0014】

【発明の効果】以上のように、本発明の屈折率測定装置によれば、半球状プリズム自身がレンズを兼ねているため、結像のために他の部品を必要としない。この為、部品数を削減し、部品価格や組付にかかるコストを低減で*

*きると共に、測定精度を向上することができる。また、本発明に用いるプリズムは半球状構造であり、真球から切削する場合、射出成形する場合のいずれでも作製が容易で、安定な形状である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の屈折率測定装置の基本概念を示す概略斜視図である。

【図2】プリズムとサンプルの境界面における入射角を示す説明図である。

10 【図3】本発明を臨界屈折角測定による屈折率測定に応用した装置の部品配置の一実施例を示す概略構成図である。

【図4】本発明を反射率測定による屈折率測定に応用した装置の部品配置の一実施例を示す概略構成図である。

【符号の説明】

1, 1a, 1b 光源

2 半球状プリズム

3 明暗境界像

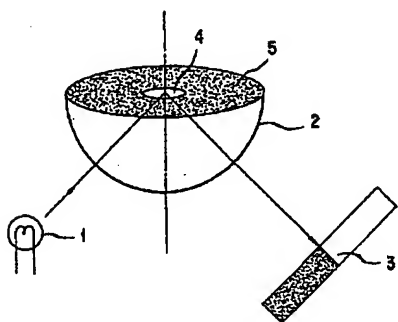
4 サンプル

5 マスク

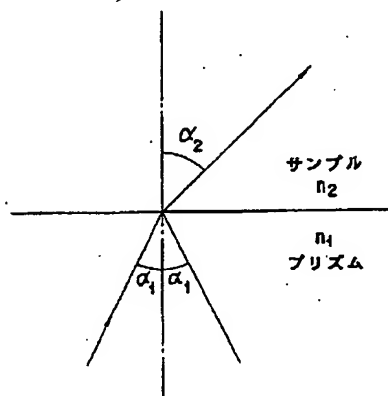
6a CCD

6b 受光素子

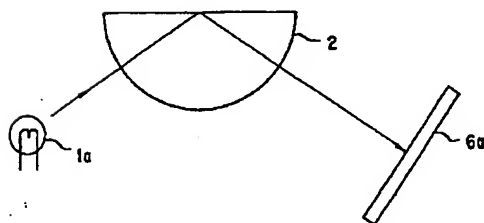
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

